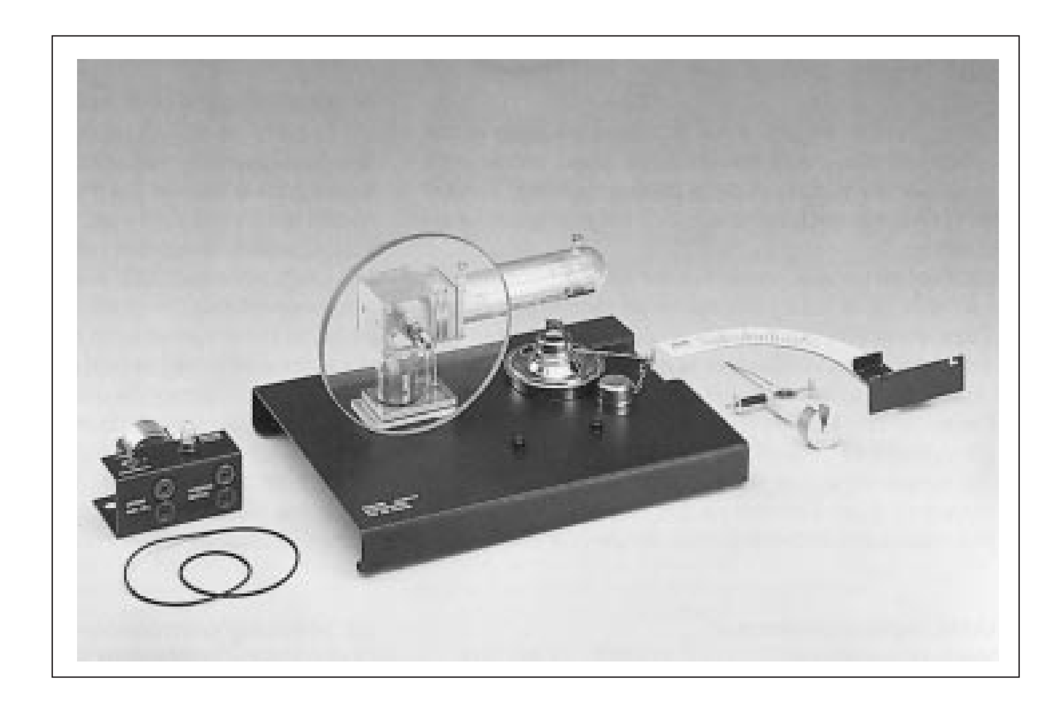


Moteur Stirling, transparent
Unité moteur/générateur
Torsiomètre

04372.00
04372.01
04372.02

Mode d'emploi



1 OBJET ET PROPRIETES CARACTERISTISQUES

Un moteur Stirling (moteur à air chaud) sert à la transformation d'énergie thermique en énergie mécanique. Lorsqu'il est entraîné mécaniquement, il fonctionne en pompe à chaleur ou en machine frigorifique; il permet donc de montrer d'une façon remarquable la réversibilité des processus thermodynamiques. Le mode de fonctionnement du moteur Stirling est expliqué sur la figure 2.
Le piston moteur et le piston de détente sont disposés en V et décalés de 90°. Le piston moteur (A) est de constitution métallique, il est exactement ajusté au tube en verre. Le piston de détente (V) en verre assume en même temps la fonction de récupération (régénération), une fonction primordiale dans le principe de fonctionnement d'un moteur Stirling: il refroidit le courant de gaz chaud, accumule son énergie et la recède au gaz froid refoulé.

A l'aide de l'unité moteur/générateur l'énergie mécanique produite par le moteur Stirling est transformée en énergie électrique (lumière). Inversement, cette unité permet aussi l'entraînement mécanique du moteur Stirling.

A l'aide du torsiomètre on peut appliquer au moteur Stirling un couple déterminé. En outre, en mesurant la vitesse de rotation, on peut en calculer la puissance mécanique cédée.

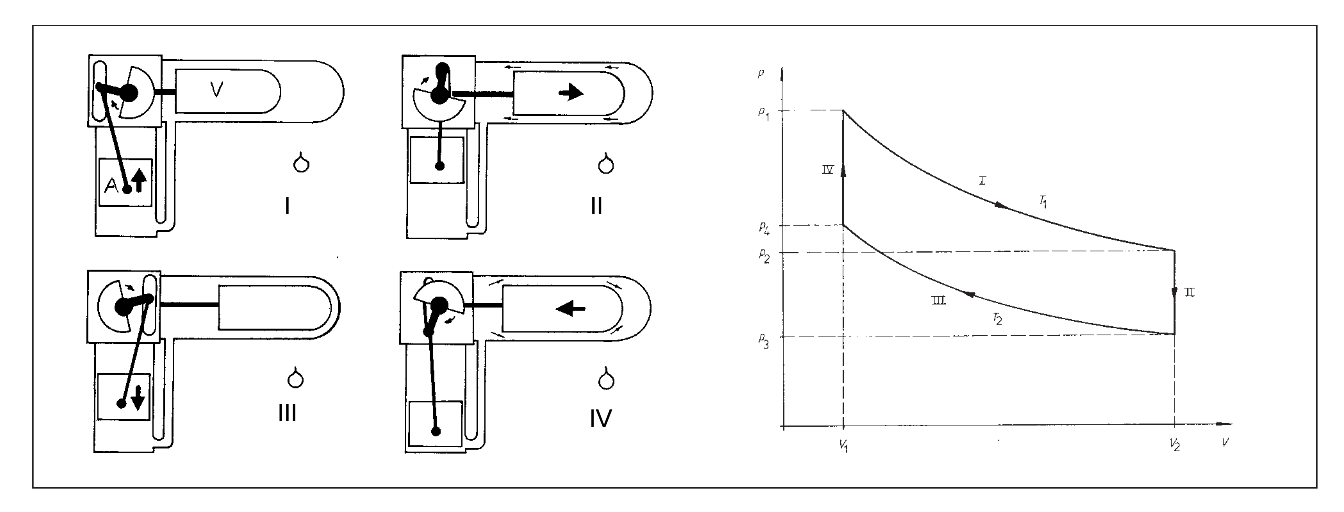


Fig. 2: Mode de fonctionnement du moteur Stirling.

1) Détente isotherme, apport de chaleur, cession de travail	$V_1 \rightarrow V_2$ $p_1 \rightarrow p_2$ et T_1 = const.
2) Cession de chaleur isochore, pas de travail	$T_1 \rightarrow T_2$ $p_2 \rightarrow p_3$ et V_2 = const.
3) Compression isotherme, cession de chaleur, absorption de travail	$V_2 \rightarrow V_1$ $p_3 \rightarrow p4$ et T_2 = const.
4) Absorption isochore de chaleur, pas de travail	$T_2 \rightarrow T_1$ $p_4 \rightarrow p_1$ et V_1 = const.

2 DESCRIPTION ET MODE OPERATOIRE

2.1 Moteur Stirling 04372.00

La fourniture comprend:

1 moteur Stirling
1 plaque de base bleue
1 brûleur à alcool
1 Clé Inbus
4 vis à tête moletée
(2 dans la plaque de base,
2 sur le moteur Stirling)

Le moteur Stirling est placé sur la plaque de base et fixé par le bas par deux vis à tête moletée. Deux autres vis à tête moletée, sur le dessus de la plaque de base, servent à fixer l'unité moteur/générateur ou l'échelle graduée du torsiomètre.

Le volant est en général monté fixe sur l'axe. Il peut être dégagé à l'aide de la clé Inbus. Après un remontage du volant, l'axe devra être tiré légèrement vers l'extérieur et il ne doit subsister entre le volant et le corps du moteur qu'un petit interstice de l'épaisseur d'une feuille de papier pour que l'axe n'ait pas trop de jeu en marche.

Dans le cylindre de détente se trouvent deux points de mesure de température. Les douilles métalliques comportent une ouverture d'un diamètre de 0,6 mm pouvant recevoir des thermocouples NiCr-Ni gainés. (N° de cde 13615.01)

2.2 Unité moteur/générateur 04372.01

La fourniture comprend:

1 moteur/générateur sur une équerre de montage
1 courroie
1 lampe à incandescence 4 V / 40 mA

L'unité moteur/générateur possède deux poulies à corde de taille différente, permettant de montrer l'influence du rapport de transmission sur la puissance et la vitesse de rotation du moteur Stirling. La liaison avec le volant est assurée par une courroie.

Un commutateur permet de choisir entre la marche moteur et la marche générateur.

Lors du fonctionnement en générateur la lampe à incandescence est allumée. Parallèlement à la douille de la lampe se trouvent deux douilles de sortie permettant d'y raccorder une résistance réglable.

En position „0“ du commutateur, le générateur n'est pas en charge.

Lors d'un fonctionnement en moteur, on applique une tension continue aux douilles d'entrée.

2.3 Torsiomètre 04372.02

La fourniture comprend:

1 aiguille indicatrice
1 échelle graduée

La pièce métallique intérieure de l'aiguille (frein de Prony avec poids d'inclinaison) est fixée solidement à l'aide de la clé Inbus devant le grand volant sur l'axe du moteur Stirling. Le frottement entre la pièce métallique et l'aiguille peut être modifié par la vis de réglage sur l'aiguille.

Lorsque le moteur Stirling tourne, l'aiguille est enfilée avec précaution sur l'axe. Alors, le frottement **doit être lentement** augmenté, toutefois il ne doit pas atteindre la valeur bloquant le moteur. Le couple réglé est affiché sur l'échelle graduée.

3 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Moteur Stirling	
Vitesse de rotation à vide	min. 800/min
Puissance max.	env.1 W
Unité moteur/générateur	
Tension moteur	max. 12 V-
Lampe à incandescence	4 V / 40 mA
Diamètre de la courroie	150 mm
Torsiomètre	
Plage de mesure	$25 \cdot 10^{-3}$ Nm
Résolution	$1 \cdot 10^{-3}$ Nm

4 INDICATIONS PARTICULIERES

Le piston moteur ne doit pas être huilé, il est exactement ajusté dans le cylindre en verre. L'huile augmenterait le frottement et diminuerait ainsi la puissance du moteur.

Le cylindre de détente est monté pour qu'il existe un jeu régulier existe entre lui et le piston et que la puissance soit optimisée. Les vis de fixation ne doivent donc pas être modifiées.

Lorsque la puissance du moteur Stirling baisse, la tige de piston du piston de détente doit être munie d'une goutte d'huile de machine très fluide. Pour ce faire, utiliser une seringue (NÞ de cde 02593.03) avec une canule (NÞ de cde 02597.04) pour qu'aucune goutte d'huile ne parvienne sur le piston moteur.

5 LISTE DES APPAREILS

Moteur Stirling, transparent	04372.00
Unité moteur/générateur	04372.01
Torsiomètre	04372.02
Accessoires pour marche en moteur solaire	04372.03
Cheminée pour moteur Stirling	04372.04
Unité de détection *pVn*	04371.00
Appareil de mesure *pVnT*	04371.97
Thermocouple NiCr-Ni, gainé	(2x) 13615.01
Oscilloscope 20 Mhz, 2 canaux	11454.93
Câble blindé BNC	(2x) 07542.11
Rhéostat 330 Ω	06116.01
Fils de connexion	

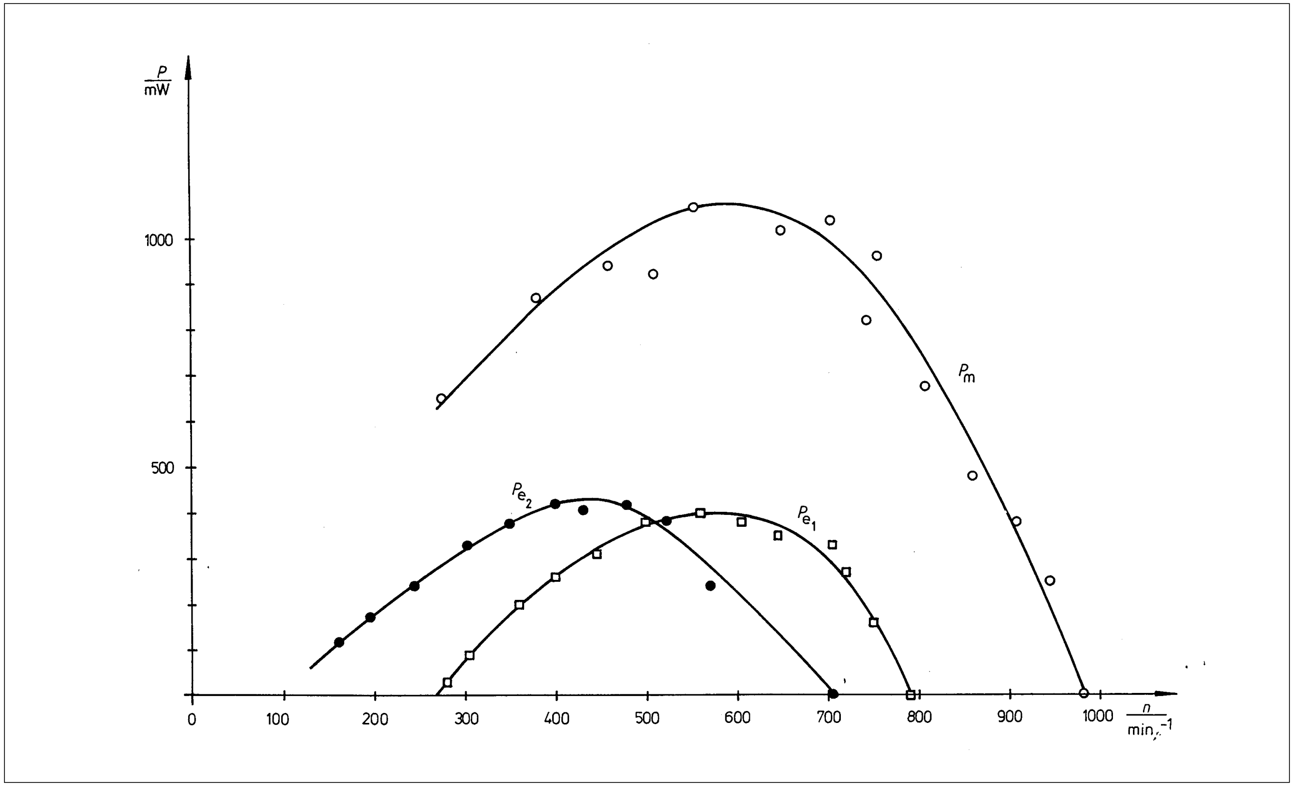


Fig. 3: Puissance mécanique P_m et puissance électrique P_e en fonction de la vitesse de rotation (P_{e1} = grande poulie, P_{e2} = petite poulie)

6 EXPERIENCES

Les appareils complémentaires bien accordés au moteur Stirling permettent de nombreuses expériences qualitatives et quantitatives.

- Transformation: Chaleur - énergie méc. - lumière
- Fonctionnement en pompe à chaleur ou en machine frigorifique
- Puissance mécan. en fonction de la vitesse de rotation (Fig. 3)
- Puissance électr. en fonction de la vitesse de rotation (Fig. 3)
- Mesure des températures
- Relevé du diagramme *pV*

7 BIBLIOGRAPHIE:

Travaux pratiques Enseignement supérieur Physique, Partie 5, expérience 3.19